

DI: 214815

rijkswaterstaat

dienst getijdewateren

nr. C-2645

bibliotheek 915

387

NOTA C.S.D. 55-2N

AFSLUITING VAN HET ZWIN.
AFMETINGEN VAN EEN INLAATSLUIS.

Dr. ir. J.C.Schönfeld.

Afsluiting van het ZwinAfmetingen van een inlaatsluis1. Inleiding.

Het Zwin, overblijfsel van de zeearm die eertijds naar Brugge leidde, is een achter de duinen gelegen terrein van ongeveer 1 km² bij de Belgisch-Nederlandse grens. Door een onderbreking van de duinenrij, aan de Nederlandse zijde der grens gelegen, heeft de zee bij hoge waterstanden toegang tot het Zwin. De geregelde bevoeling met zout water (omstreeks zes maal per jaar) houdt een bijzondere vegetatie in stand. Het grootste deel van het Zwin, aan de Belgische zijde van de grens, is dan ook natuurreservaat.

Van Nederlandse zijde wil men tot afsluiting van het Zwin overgaan om ~~de zee~~ de Nederlandse dijken langs het Zwin, die bij storm de volle stormvloed te keren krijgen, van hun wakende functiete ontheffen. Van Belgische zijde acht men de geregelde bevoelingen met zeewater noodzakelijk om het natuurreservaat in stand te houden.

Om met de Belgische belangen rekening te houden, wil men in het plan tot afsluiting een inlaatsluis opnemen, waardoor de geregelde bevoeling van het Zwin mogelijk blijft.

Gevraagd wordt de vereiste afmetingen van deze inlaatsluis te bepalen.

De gegevens waarover beschikt kon worden bij het opstellen van deze nota waren ontoereikend voor het geven van een enigszins voldoende gefundeerd antwoord op deze vraag. De navolgende beschouwingen dragen dan ook een sterk geïmproviseerd karakter.

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

1935

2. De toegang tot het Zwin

Uit de beschikbare gegevens is de volgende indruk omtrent de vulling van het Zwin verkregen:

Tot een peil van ongeveer N.A.P. + 1,7 m in de Wielingen bereikt wordt, is het Zwin geheel van de zee afgesloten. Daarna gaat water stromen in een kleine geul, die aanvankelijk juist westelijk van de grens evenwijdig daarmee loopt tot even ten zuiden van grenspaal 369 en die zich daarna naar het zuidoosten wendt, daarbij de grens overschrijdend.

Bij waterstanden boven ongeveer N.A.P. + 2,1 m gaat ook water lopen langs de oude oostelijke geul die enige jaren geleden door een dam, aangelegd door het Vrije van Sluis, werd afgesloten, doch die bij de storm van 1 Februari 1953 weer werkzaam werd.

Meer naar binnen bevindt zich een geul die zich verderop in kleinere geulen vertakt. Deze zuidelijke geul is vermoedelijk de voortzetting van de oude oostelijke geul. Het lijkt aannemelijk dat ook het westelijke geultje zich met deze zuidelijke geul verenigt, op een punt even ten zuiden van de geprojecteerde afsluiting.

Bij welke waterstanden de zuidelijke geul water uit zee gaat ontvangen is moeilijk vast te stellen. Een betekenende vulling van het Zwin schijnt echter slechts op te treden bij de hoogste springgetijden. Een buitenpeil van ongeveer N.A.P. + 2,6 m kan als grens hiervan worden aangenomen.

3. Wijze van behandelen van het probleem.

Gezocht is naar een wijze van behandeling waardoor het mogelijk is, met de zeer onvolledige gegevens, een vergelijking te maken tussen de waterhoeveelheden die bij de

bestaande toestand aan het Zwin worden toegevoerd, en de hoeveelheden die worden toegevoerd indien een afsluiting wordt aangelegd met een inlaatsluis van bepaalde afmetingen.

Daar van de komberging van het Zwin vrijwel niets bekend is, is getracht de afvoeren te schatten uit vervallen afgeleid uit peilschaalwaarnemingen. Als uitgangspunt kunnen de getijkrommen dienen die op 4 en 5 September 1952 zijn waargenomen aan de peilschalen 1 en 4 in het Zwin. Deze krommen 1 en 4 zijn in bijlage 1 weergegeven. Ook aan peilschaal 7, geheel achter in het Zwin, zijn getijkrommen waargenomen, doch deze waren voor het hier gestelde doel niet bruikbaar. Alle aflezingen van peilschaal 4 zijn met 0,02 m gecorrigeerd.

Peilschaal 1 is opgesteld ongeveer bij grenspaal 369 in de westelijke geul. Peilschaal 4 staat in een der kleinere geulen waarin de zuidelijke geul zich vertakt. De getijkrommen van deze twee peilschalen geven dus een indruk van de vervallen in de toegangsgenalen van het Zwin.

Bij de waarnemingen van September 1952 was de hoogwaterstand bij de Sluis aan de Wielingen N.A.P. + 2,68, resp. 2,70 m. Deze waarnemingen zijn als representatief voor een hoog springtij te beschouwen.

Anderzijds zijn deze waarnemingen evenwel niet meer geheel representatief voor de bestaande toestand, omdat sinds 1 Februari 1953 de oostelijke geul weer werkzaam is geworden. Men mag dus verwachten dat tegenwoordig grotere vullingen plaats vinden dan in 1952.

Om dit na te gaan zijn in bijlage 2 de dagwaarnemingen van 1952 en 1954 aan de peilschalen 1 en 4 uitgezet tegen de hoogwaterstand in de Wielingen. Alleen de hoogwater-

standen tussen N.A.P. + 2,60 en 2,80 m zijn verwerkt. Uit deze grafieken valt af te leiden dat met een hoogwaterstand in de Wielingen van N.A.P. + 2,70 m in 1952 gemiddeld een aflezing van 2,56 aan peilschaal 1 en een gecorrigeerde aflezing van 2,42 aan peilschaal 4 correspondeerde. In 1954 waren deze bedragen resp. 2,56 en 2,50.

De aflezing aan peilschaal 4 vindt ongeveer plaats bij het hoogwater aldaar. Het blijkt dus dat de waterstand tegenwoordig bij een hoog springtij ongeveer 0,08 m hoger oploopt dan in 1952. De gemiddelde waterstand bij peilschaal 4 gedurende wassend tij in de bestaande toestand kan op rond N.A.P. + 2,20 m gesteld worden.

Het verval tussen de peilschalen 1 en 4 loopt tot 0,4 à 0,5 m op. Het verval tussen de Wielingen en peilschaal 4 zal nog iets groter zijn. Als representatief voor een hoog springtij zullen we aannemen een vulling gedurende een uur met een verval van 0,40 m, bij een waterstand van N.A.P. + 2,60 in de Wielingen en een waterstand van N.A.P. + 2,20 in de zuidelijke geul in het Zwin, ongeveer ter hoogte van peilschaal 4.

4. Vulling bij hoog springtij in de bestaande toestand

We schematiseren de toegang tot het Zwin door een combinatie van drie geulen met de onderstaande afmetingen

Tabel 1	lengte	breedte	diepte
Westelijke geul	600 m	50 m	1,2 m
Oostelijke geul	600 m	250 m	0,4 m
Zuidelijke geul	600 m	150 m	0,8 m

Het afvoervermogen van het dwarsprofiel van een geul met breedte b en diepte a is

$$K = C a^{3/2} b,$$

waarin C de coëfficiënt van Chézy is (zie het artikel "Wrijvings- en weerstandsformules voor leidingen en waterlopen" van schrijver dezes in De Ingenieur 1953, p. B 219 - 226, B 244 - 249). We stellen $C = 40 \text{ m}^{1/2}/\text{sec}$ en dan zijn de afvoervermogens van de twee noordelijke geulen:

Westelijke geul $K_{11} = 2630 \text{ m}^3/\text{sec}$

Oostelijke geul $K_{12} = 2530 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Vatten we deze twee geulen samen als één noordelijke geul op, dan is het afvoervermogen hiervan de som van de afvoervermogens der samenstellende delen:

Noordelijke geul $K_1 = 5160 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Voorts geldt:

Zuidelijke geul $K_5 = 4300 \text{ m}^3/\text{sec}.$

De weerstand van een geul met lengte l en afvoervermogen K is

$$W = \frac{l}{K^2}.$$

Dit toegepast op de twee bovenstaande geulen geeft:

Noordelijke geul $W_1 = 22,6 \cdot 10^{-6} \text{ sec}^2/\text{m}^5$

Zuidelijke geul $W_5 = 32,4 \cdot 10^{-6} \text{ sec}^2/\text{m}^5.$

De weerstand van deze twee geulen tesamen is de som van hun afzonderlijke weerstanden en bedraagt dus:

$$W = 55,0 \cdot 10^{-6} \text{ sec}^2/\text{m}^5.$$

Bij een afvoer Q bedraagt het verval over de toegang

$$\Delta H = W Q^2.$$

Bij een verval van 0,40 m is dus de afvoer

$$Q = 85 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

Gedurende een uur wordt met deze afvoer een volumen

$$V = 308.000 \text{ m}^3$$

naar het Zwin verplaatst.

Het verval over de twee noordelijke geulen bij een afvoer van ⁸⁵94 m³/sec bedraagt

$$\Delta H_1 = W_1 Q^2 = 0,164 \text{ m}$$

en over de zuidelijke geul

$$\Delta H_5 = W_5 Q^2 = 0,236 \text{ m.}$$

Het peil ter plaatse van de overgang van de gecombineerde noordelijke geul in de zuidelijke geul kan dus op N.A.P. + 2,20 + 0,236 = N.A.P. + 2,44 m gesteld worden. De ontworpen afsluiting zou iets noordelijker komen.

5. Invloed van de traagheid bij het vullen.

In bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met de traagheid (massa) van het water in de geulen. We zullen de invloed hiervan trachten te schatten.

De westelijke en de oostelijke geul hebben een gezamenlijk profiel groot

$$A_1 = 1,2 \times 50 + 0,4 \times 250 = 160 \text{ m}^2.$$

De hydraulische traagheid van de gecombineerde noordelijke geul (zie nota C.S.D. 53-1) bedraagt dan

$$M_1 = \frac{L_1}{2A_1} = 0,38 \text{ sec}^2/\text{m}^2.$$

De zuidelijke geul heeft een profiel

$$A_5 = 0,8 \times 150 = 120 \text{ m}^2$$

en dus een traagheid

$$M_5 = 0,51 \text{ sec}^2/\text{m}^2.$$

De gehele toegang heeft een traagheid

$$M = M_1 + M_5 = 0,89 \text{ sec}^2/\text{m}^2.$$

Het extra verval dat vereist wordt om de afvoer Q in een geul met traagheid M te versnellen, bedraagt

$$\Delta H = M \frac{dQ}{dt}$$

Stel nu dat de afvoer in een tijd van 1000 sec toeneemt van nul tot de waarde $85 \text{ m}^3/\text{sec}$. De afvoerversnelling is dan $0,085 \text{ m}^3/\text{sec}^2$. Het extra verval als gevolg hiervan bedraagt

$$\Delta H = 0,89 \times 0,085 = 0,076 \text{ m.}$$

In feite zullen de versnellingen niet of slechts gedurende korte tijd zo groot zijn als hier is aangenomen. Het traagheidsverval zal dus in het algemeen niet meer dan enige centimeters bedragen.

De traagheid doet zich in het begin van de vloed gevoelen als een factor die de afvoer vermindert. Later, bij afnemende stroom, heeft de traagheid evenwel een afvoervergroten invloed. Geheel gelijkwaardig zijn deze twee factoren niet, omdat de waterstanden bij afnemende vloed hoger zijn dan ze bij toenemende vloed waren. De profielen zijn dan ruimer en de traagheden kleiner. De reductie van de afvoer in het begin van de vloed zal dus niet geheel gecompenseerd worden door de grotere navloed.

De vulling van het Zwin zal dus iets geringer zijn dan in punt 4 berekend werd. De vermindering is echter stellig kleiner dan de fouten waarmee die berekening als gevolg van de ontoereikendheid der gegevens behept is.

6. Vulling bij hoog springtij door een inlaatsluis.

De inlaatsluis zal een kunstwerk zijn met een vloer op een nader te bepalen hoogte h_y en een eveneens nader te bepalen breedte b_3 . We beschouwen in het bijzonder twee waarden van de vloerhoogte, N.A.M. + 1,35 m en + 1,50 m, en drie breedten, 100, 50 en 25 m. Bij een peil

van N.A.P. + 2,45 m en een C van $40 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{sec}$ heeft dan het afvoervermogen K_5 van het sluisprofiel onderstaande waarden:

Tabel 2									
h_v	N.A.P. + 1,35 m						N.A.P. + 1,50 m		
l_3	100	50	25				100	50	25 m
K_3	4620	2310	1155				3700	1850	925 m^3/sec

We zullen geen contractie- en verspreidingsverliezen bij intrede en uittrede van de sluis in rekening brengen, omdat het stromingspatroon overwegend door de bodemwrijving bepaald zal zijn. Wel zullen we een overgang van het profiel van de noordelijke geulen naar dat van de sluis, en hiervan naar het profiel van de zuidelijke geul aannemen. We komen dan tot de volgende schematisatie:

1. Een westelijke en een oostelijke geul elk lang l_1 en met een gezamenlijk afvoervermogen K_1 .
2. Een overgangsgeul lang l_2 met een afvoervermogen dat geleidelijk afneemt van K_1 tot K_3 .
3. De inlaatsluis met een lengte l_3 en een afvoervermogen K_3 .
4. Een overgangsgeul lang l_4 met een van K_3 tot K_5 geleidelijk verlopend afvoervermogen.
5. Een zuidelijke geul lang l_5 met een afvoervermogen K_5 .

De totale lengte $l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$ is steeds gelijk aan 1200 m genomen. De aangenomen lengtes zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3

Breedte inlaatsluis b_3	100	50	25	m
l_1	450	450	450	m
l_2	100	100	100	m
l_3	50	50	50	m
l_4	50	100	150	m
l_5	550	500	450	m
l	1200	1200	1200	m

De weerstand van een geul met lengte $l = x_b - x_a$ en met een afvoervermogen dat lineair toeneemt van K_a tot K_b , dus volgens

$$K = K_a \frac{x_b - x}{x_b - x_a} + K_b \frac{x - x_a}{x_b - x_a},$$

bedraagt

$$W = \int_{x_a}^{x_b} \frac{dx}{K^2} = \frac{x_b - x_a}{K_b - K_a} \int_{K_a}^{K_b} \frac{dK}{K^2} = \frac{l}{K_b - K_a} \left(-\frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_a} \right) = \frac{l}{K_a K_b}.$$

Met deze formule zijn de weerstanden der overgangsgeulen bepaald.

Nemen we weer een verval van 0,40 m gedurende een uur aan, dan worden de volgende uitkomsten verkregen:

Tabel 4							
h_v	N.A.P. + 1,35 m			N.A.P. + 1,50 m			
l_3	100	50	25	100	50	25	m
W_1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	$10^{-6} \text{ sec}^2/\text{m}^3$
W_2	4,2	8,4	16,7	5,2	10,5	20,9	"
W_3	2,3	9,4	37,6	3,6	14,6	58,4	"
W_4	2,5	10,1	30,3	3,2	12,6	37,7	"
W_5	29,5	27,0	24,3	29,7	27,0	24,3	"
W	55,6	71,8	125,8	58,6	81,6	158,2	$10^{-6} \text{ sec}^2/\text{m}^3$
ΔH	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	m
Q	85	75	56	83	70	50	m^3/sec
V	306	268	204	298	252	180	10^3 m^3

De verschillen met de in punt 4 berekende bestaande toestand zullen in feite verkleind worden doordat, als gevolg van de vernauwing, in de inlaatsluis en de daaruit voortvloeiende kleinere afvoeren, de waterstanden in het Zwin lager zullen blijven en de vervallen dus groter zijn dan de steeds aangenomen waarde van 0,40 m.

Daarentegen zal de voor de vulling nadelige invloed van de traagheid iets toenemen omdat de traagheid door het aanbrengen van de vernauwing groter wordt.

Beide factoren zijn van ondergeschikte betekenis.

7. Conclusie

De uitkomsten laten zien dat, bij de aangenomen afmetingen der geulen, een inlaatsluis van 100 m breed bij een vloerhoogte van N.A.P. + 1,35 m vereist zou zijn om bij het beschouwde hoge springtij een geheel gelijkwaardige vulling van het Zwin te geven.

Bij hogere waterstanden dan N.A.P. + 2,70 m in de Wielingen zal met zulk een inlaatsluis een relatief iets kleinere vulling bereikt kunnen worden dan bij de bestaande toestand, doch in elk geval meer dan bij het beschouwde hoge springtij.

De gegevens waarop bovenstaande berekeningen steunen zijn evenwel zo onvolledig, dat het zeer wel mogelijk geacht moet worden dat een 100 m brede sluis met vloer op N.A.P. + 1,35 m nog niet geheel toereikend is om bij een buitenpeil van + 2,70 m een equivalente vulling te geven, terwijl het omgekeerd ook niet uitgesloten moet worden geacht dat reeds met een kleinere sluis een geheel gelijkwaardig effect bereikt zou kunnen worden.

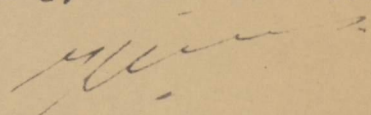
De invloed van de vloerhoogte en van de breedte is te zien uit tabel 5, waarin is opgegeven het percentage van de vulling vergeleken bij de bestaande toestand.

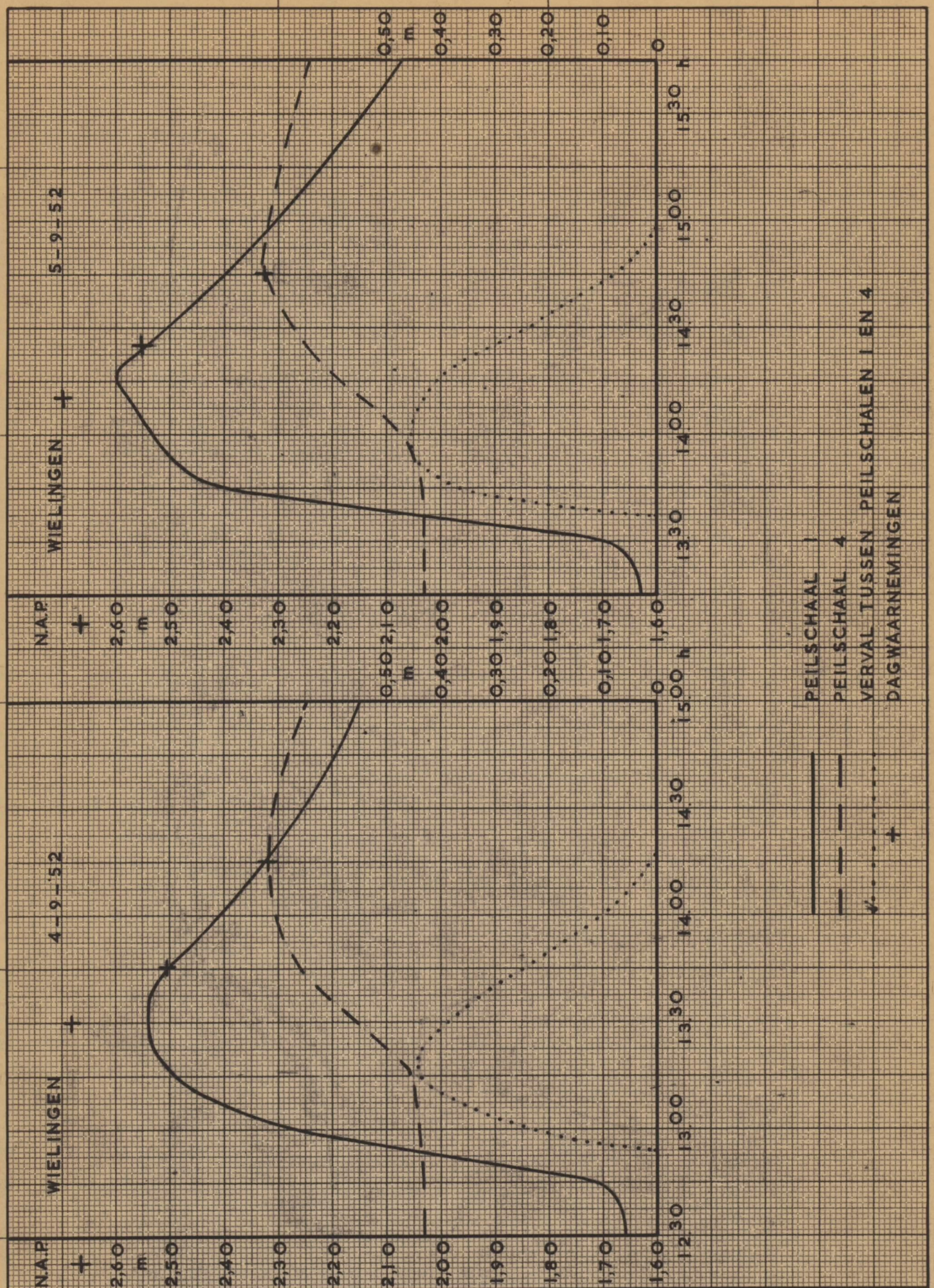
Tabel 5	breedte			m
	100	50	25	
vloerhoogte N.A.P. + 1,35 m	100	88	66	%
vloerhoogte N.A.P. + 1,50 m	97	82	59	%

Uit dit staatje blijkt dat een verhoging van de vloer met 0,15 m bij behoud van de breedte van 100 m nog geen betekenende afname van de vulling geeft. Een versmalling tot 50 m of tot 25 m geeft een veel sterkere afname en bovendien krijgt een verhoging van de vloer dan relatief meer invloed. Het schijnt dus raadzaam de breedte niet te klein te nemen.

Aan deze cijfers mag echter geen stellige betekenis worden toegekend, gezien de gebrekkigheid der gegevens, waar ze uit zijn afgeleid, en de oncontroleerbaarheid van de aangenomen schematisatie.

Den Haag, 8 Februari 1955


Dr Ir J.C.Schönfeld



PEILSCHAAL 1
PEILSCHAAL 4
VERVAL TUSSEN PEILSCHALEN 1 EN 4
DAGWAARNEMINGEN

GETUKROMMEN ZWIN

NAAR BIJLAGEN E en F BU BRIEF
3980 DOSSIER 212.5 ARR. TERNEUZEN

NOTA

C.S.D.55-2-N

BULAGE I

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE VAN DE WATERSTAAT
CENTRALE STUDIEDIENST

getek. gezien

12.11.55

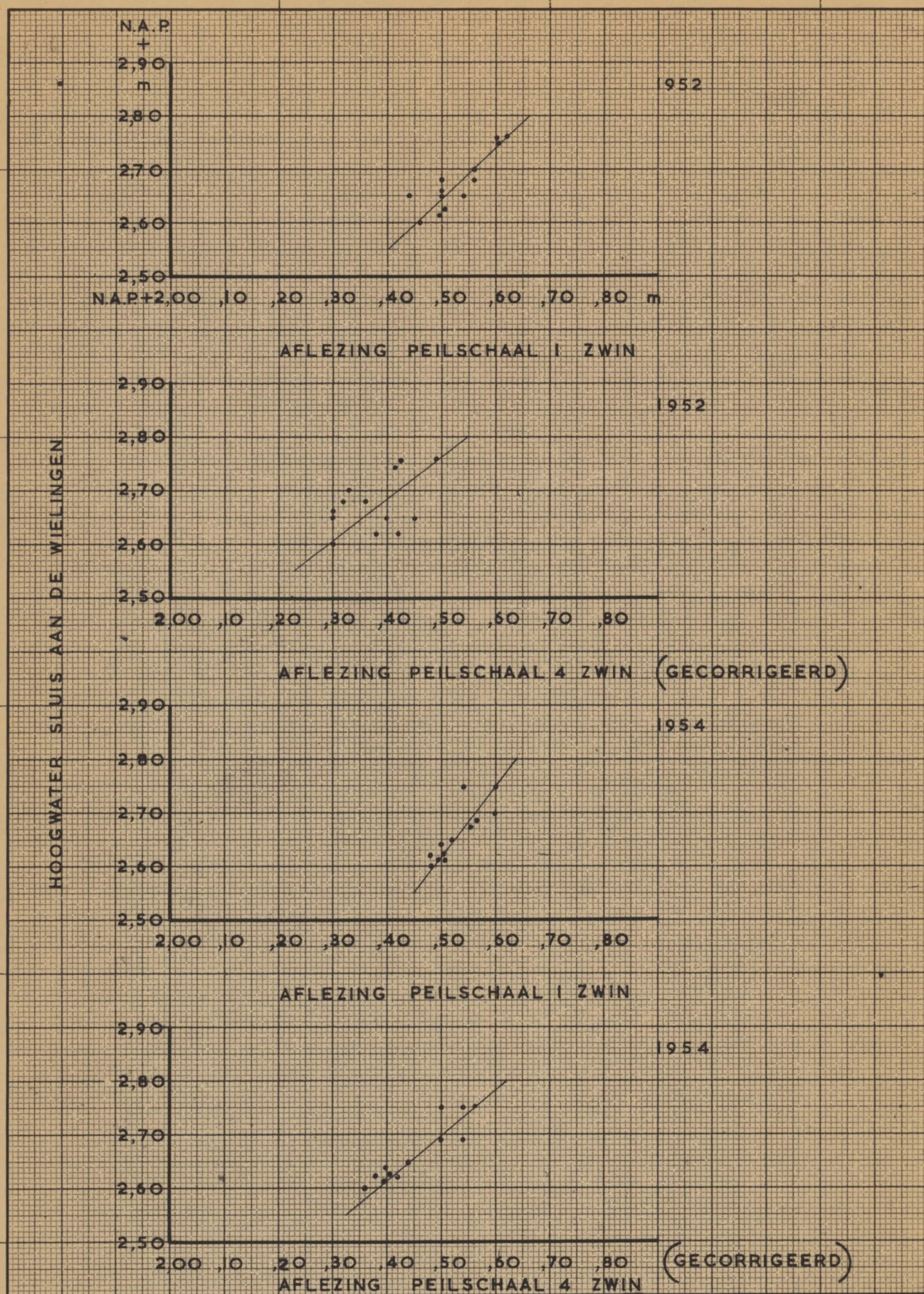
AD

AI Nr. 55.021

WATERSCHAP
NOTA
BILAGE 1
AJ Nr 25021

GETUKKOMMEN TWIN

DIRECTIE VAN DE WATERSTAAT
CENTRALE STADIUMST



BETREKKINGSLIJNEN ZWIN

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE VAN DE WATERSTAAT
CENTRALE STUDIEDIENST

getek. gezien
Febr '55
W.D.

NOTA
C.S.D.55-2-N BULAGE 2

AI Nr. 55.022